

УДК 303.732.4:330.4:519.8:338.2  
JEL: C02, C5, C6, C7, E2, J1, P40

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.3.1287-1300>

Л. В. ЖУКОВСКАЯ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Центральный экономико-математический институт Российской академии наук, г. Москва, Россия*

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ, ПРАВОВОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ НАЦИОНАЛЬНЫХ МАКРОСИСТЕМ

**Жуковская Лидия Владиславна**, ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Центральный экономико-математический институт Российской академии наук»  
Адрес: г. Москва, Нахимовский просп., 47, тел.: +7 (499) 129-16-44  
E-mail: [zhukovskaylv@mail.ru](mailto:zhukovskaylv@mail.ru)  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4152-3161>  
Web of Science Researcher: <http://www.researcherid.com/rid/B-1319-2017>

**Цель:** экономико-правовое описание, формальное обоснование и построение моделей сбалансированности экономической, правовой и социальной макросистем для определения эффективных стратегических решений в условиях неопределенности.

**Методы:** теоретико-методологическую основу исследования составили синтез положений и принципов теорий игр, управления, экономико-математического моделирования и разработанные на их основе теоретико-игровые модели принятия решений в сложных системах, а также теоретико-методологические подходы системного анализа, экономики, социологии и права.

**Результаты:** равновесие экономической, правовой и социальной систем определяется целевой направленностью на рост благополучия населения. Существующие сегодня механизмы обеспечения такого баланса не учитывают интересы всех участников систем. В работе проведен структурный анализ взаимодействия и взаимовлияния экономической, правовой и социальной макросистем (комплексной метасистемы), определена необходимость трансформации существующих подходов к их регулированию.

Проблема обеспечения сбалансированности систем во многом связана с конфликтом интересов сторон. Поэтому традиционные методы моделирования процессов принятия решений не отражают реальные социально-экономические процессы. Решение данного вопроса осуществлялось через теоретико-игровые модели, способствующие реализации конституционно установленных норм, требования которых определяют Россию как социальное государство. При принятии стратегических решений в социальной сфере в качестве основной экономической доктрины предложено использование концепта Золотого правила нравственности вместо применяемого в настоящее время неолиберального подхода, основанного в том числе и на понятии равновесия по Нэшу. Формализованы и построены равновесные модели по Нэшу и по Бержу комплексной метасистемы и проведено их сравнение.

**Научная новизна:** в отличие от равновесия по Нэшу (принципов рациональности), традиционно используемого подхода при построении равновесных моделей, в статье предложено теоретическое обоснование в разработке и построении моделей равновесия и балансового равновесия по Бержу экономической, правовой и социальной макросистем и формализации эффективных стратегических решений и соответствующих им рисков.

Отличительной особенностью построенных макромоделей является использование философско-нравственного концепта Золотого правила (математическая основа – равновесие по Бержу) в качестве экономической доктрины при принятии стратегических решений в условиях неопределенности и построение так называемых гарантированных решений оптимальных по Парето (эффективных), основывающихся в том числе и на понятии пары «социальная гарантия – жизненный риск». Даже если одна из макросистем в реальных условиях экономическая и является «генератором» неопределенностей, формализуется гарантированное решение, но оптимальное по Слейтеру (слабоэффективное).

**Практическая значимость:** разработанная методология построения системного равновесия экономической, правовой и социальной макросистем позволяет принимать социально значимые для населения решения, адекватно учитывающие особенности современных социально-экономических макросистем, таких как нестационарность, дисфункцио-

нальность, неполнота информации, противоречивость, конфликтность, альтернативность, многокритериальность и риск; а также разрабатывать ассистирующие интеллектуальные системы поддержки принятия решений на основе математических моделей, построенных с использованием теоретико-игрового подхода.

**Ключевые слова:** экономика и управление народным хозяйством; макросистема; равновесие по Бержу; равновесие по Нэшу; неопределенность; риск; социальные гарантии; население

*Конфликт интересов: автором не заявлен.*

**Как цитировать статью:** Жуковская Л. В. Системный анализ и теоретико-игровой инструментарий взаимодействия экономической, правовой и социальной национальных макросистем // Актуальные проблемы экономики и права. 2019. Т. 13, № 3. С. 1287–1300. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.3.1287-1300>

L. V. ZHUKOVSKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Central Institute for Economics and Mathematics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

## SYSTEMIC ANALYSIS AND THEORETICAL-GAME TOOLS OF INTERACTION BETWEEN ECONOMIC, LEGAL AND SOCIAL NATIONAL MACROSYSTEMS

**Lidiya V. Zhukovskaya**, Leading Researcher, PhD (Physics and Mathematics), Federal State Budget Research Institution “Central Institute for Economics and Mathematics of the Russian Academy of Sciences”

Address: 47 Nakhimovskiy prospekt, Moscow, tel.: +7 (499) 129-16-44

E-mail: [zhukovskaylv@mail.ru](mailto:zhukovskaylv@mail.ru)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4152-3161>

Web of Science Researcher: <http://www.researcherid.com/rid/B-1319-2017>

**Objective:** economic and legal description, formal justification and construction of models of the balanced economic, legal and social macrosystems in order to determine effective strategic decisions under uncertainty.

**Methods:** the theoretical and methodological basis of the study is the synthesis of the provisions and principles of game and management theories, economic and mathematical modeling and the game-theoretical models of decision-making in complex systems developed on their basis, as well as theoretical and methodological approaches of system analysis, economics, sociology, and law.

**Results:** the balance of economic, legal and social systems is determined by the target orientation to the growth of the population’s well-being. The existing mechanisms for achieving this balance do not take into account the interests of all participants of the systems. The paper presents a structural analysis of the interaction and mutual influence of economic, legal and social macrosystems (a complex metasystem); the necessity of transforming the existing approaches to their regulation is shown. The problem of ensuring the systems’ balancing is largely related to the conflict of interests of the parties. Therefore, traditional methods of modeling decision-making processes do not reflect the real socio-economic processes. This problem was solved through game-theory models that contribute to the implementation of the constitutionally established norms which define Russia as a social state. When making strategic decisions in the social sphere, it is proposed to use the concept of the Golden rule of morality as the main economic doctrine, instead of the currently used neoliberal approach, based, among other things, on the concept of Nash equilibrium. The equilibrium models of the complex metasystem by Nash and Berge were formalized, constructed and compared.

**Scientific novelty:** in contrast to the Nash equilibrium (principles of rationality) – the traditional approach used in the construction of equilibrium models, – the paper offers a theoretical justification of the development and construction of equilibrium models and balance sheet equilibrium of economic, legal and social macrosystems by Berge, as well as a formalization of effective strategic decisions and their respective risks.

A distinctive feature of the constructed macromodels is the use of the philosophical and moral concept of the Golden rule (the mathematical basis is the balance by Berge) as an economic doctrine for strategic decision-making under uncertainty, and the construction of the so-called guaranteed optimal solutions by Pareto (effective), based, among other things, on the concept

of the pair “social guarantee – life risk”. If, in real conditions, one of the macrosystems is economic and is a “generator” of uncertainties, a guaranteed solution is formalized, optimal by Slater (weakly effective).

**Practical significance:** the developed methodology for building the system equilibrium of economic, legal and social macrosystems enables to make decisions socially significant for the population that adequately take into account the peculiarities of the modern socio-economic macro-systems, such as nonstationarity, dysfunctionality, incomplete information, inconsistency, conflict, alternatives, multicriterial character, and risk; and to develop assisting intellectual systems of supporting decision-making based on mathematical models built using the game-theory approach.

**Keywords:** Economics and national economy management; Macrosystem; Berge equilibrium; Nash equilibrium; Uncertainty; Risk; Social guarantees; Population

*Conflict of Interest:* No conflict of interest is declared by the author.

**For citation:** Zhukovskaya L. V. Systemic analysis and theoretical-game tools of interaction between economic, legal and social national macrosystems, *Actual Problems of Economics and Law*, 2019, Vol. 13, No. 3, pp. 1287–1300 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.3.1287-1300>

### Введение

Одним их древнейших, специфических и в то же время распространенных нравственных обобщений, выражающих накопленный человечеством опыт, является Золотое правило нравственности: «Поступай по отношению к другим людям так же, как ты хочешь, чтобы они поступали по отношению к тебе»<sup>1</sup>.

Академик РАН А. А. Гусейнов отмечает:

- «а) отношения между людьми являются нравственными тогда, когда они взаимозаменяемы в качестве субъектов индивидуально-ответственного поведения;
- б) культура нравственного выбора заключается в способности поставить себя на место другого;
- в) должно совершать такие поступки, которые могут получить одобрение тех, на кого они направлены» [1, с. 36].

То есть это правило показывает, как быть нравственным, а не почему индивид должен быть нравственным. В этой связи можно предположить, что подобное правило является одним из основных этических регуляторов общественных отношений. При общепризнанном подходе нравственность и человечность должны лежать в основе культуры принятия стратегических решений – это необходимая предпосылка и конечная цель для развития национальной экономической системы и роста благополучия населения. Социальное государство, если исходить из этого

термина, рассматривается как государство, служащее интересам общества [2]. При использовании подобной трактовки функционирование экономической, правовой и социальной систем должно быть сбалансировано и направлено на достижение цели – роста благополучия населения. В этом контексте балансовое равновесие, построенное на применении концепции Золотого правила нравственности – равновесия по Бержу [1], структурно отражает суть понятия социального государства и изменяет конституционную доктрину в этой ее части, а теория игр как теория математических моделей принятия оптимальных решений в условиях конфликта позволит решить проблему несбалансированности указанных макросистем.

С развитием экономико-математического моделирования процессов принятия решений на макроуровне в сложных макросистемах соответственно меняются и требования к качеству функционирования управляемых систем. При этом в процессе моделирования исследователям необходимо учитывать ряд основных факторов: наличие двух и более критериев – показателей качества функционирования управляемой системы и существование разного вида неопределенностей, о которых известны лишь границы их изменений, а какие-либо статистические характеристики отсутствуют. *Под неопределенностью в настоящей работе понимается* неполнота или неточность информации на разных уровнях иерархии в части реализации выбранного решения в экономической и социальной макросистемах.

<sup>1</sup> URL: <https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/document/HASH0178ce723d380e677f161178> (дата обращения: 04.05.2019)

Большинство стратегических решений в социально-экономических системах и не только принимаются с учетом конфликта интересов различных отдельных управляющих систем, наделенных соответствующими полномочиями, «групп влияния, отстаивающих индивидуальные интересы», и различных дополнительных факторов, свойственных процессу принятия решений. Под *конфликтом* в статье понимается явление, в котором участвуют стороны, наделенные различными интересами и возможностями выбирать доступные для них действия в соответствии с собственными интересами.

Конфликтный характер рассматриваемых процессов, как правило, не предполагает открытой конфронтации между сторонами, а свидетельствует лишь о различных интересах, в большей части экономических. В подобных ситуациях практически невозможно применение традиционных методов оптимизации и при этом существует проблема, когда общепринятые математизированные теории рыночного равновесия не отражают реальные социально-экономические процессы.

Например, в реально существующих экономической и социальной макросистемах решения, оптимальные для одной стороны, могут не являться таковыми для другой, в результате чего принимаемые решения могут зависеть от всех имеющих различные интересы (конфликтующих) сторон. Теория игр, как математический аппарат, анализирует подобные ситуации и представляет собой часть общей теории, которая изучает и описывает процессы принятия оптимальных решений с участием одного или многих лиц в условиях неопределенности и конфликта.

Отметим, что от реальной конфликтной ситуации игра отличается тем, что ведется по определенным правилам. При этом реальные конфликты обычно трудно поддаются формальному описанию, поэтому любая игра является упрощением исходной реальной задачи и в ней учитываются лишь основные, первостепенные факторы, отражающие суть рассматриваемого процесса или явления.

*Принятие решений, связанных с управлением сложными социально-экономическими системами на макроуровне*, в современных условиях следует понимать как принятие решений при учете многокритериальности и неопределенности с учетом взаимосвязи и взаимовлияния экономических, правовых и соци-

альных процессов. При этом *под стратегическими решениями* понимаются механизмы преобразований общественных требований в публичные и общеобязательные нормы и механизмы, регулирующие взаимоотношения и определяющие распределение экономических ресурсов с целью решения значимых для общества проблем, в том числе социальных.

*Под экономической макросистемой* для целей настоящего исследования будем понимать совокупность взаимосвязанных экономических элементов, образующих определенную экономическую структуру общества, а также общественные отношения, складывающиеся по поводу производства, распределения, обмена и потребления экономических и социальных благ.

*Под правовой макросистемой* понимается совокупность взаимосвязанных, согласованных и взаимодействующих правовых институтов, регулирующих общественные отношения, а также элементов указанных институтов, характеризующих уровень национального правового состояния государства.

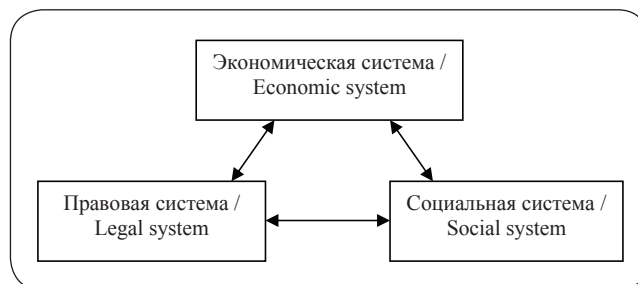
*Под социальной макросистемой* (социальной сферой) понимается совокупность взаимосвязанных и взаимовлияющих ее отраслей.

В качестве *комплексной метасистемы* рассматривается сложная общественная формация, включающая в себя функциональное взаимодействие основных ее макроструктур – экономической, правовой и социальной, каждая из которых выполняет определенную функцию и придает ей в процессе взаимодействия новое системное качество.

## Результаты исследования

### 1. Взаимодействие экономической, правовой и социальной макросистем

Взаимодействие экономической, правовой и социальной макросистем проявляется во многих аспектах и на различных уровнях.



Особенностью экономики как макросистемы может являться тот факт, что ее состояние и функционирование определяются в том числе и воздействием как объективных, так и субъективных факторов. Одним из главных инструментов этого воздействия является регулирование посредством национального законодательства. Оно проявляется в установлении определенного порядка экономической и предпринимательской деятельности, а также в различных экономических критериях и показателях (налоговые ставки, сборы, тарифы, пошлины, цены на отдельные категории товаров и пр.). С другой стороны, право как макросистема определяется экономикой, ее структурой и экономическими отношениями, которые в определенном смысле отражаются в правовых отношениях и наполняют их экономическим содержанием.

*Соотношение экономической и правовой систем, проявляющееся во взаимовлиянии и взаимовоздействии, устанавливается фактом соответствия правового порядка экономических отношений закономерностям и тенденциям развития экономики.* Рассматриваемое взаимодействие может быть позитивным, т. е. способствовать нормальному функционированию экономической макросистемы и ее росту, а может – негативным, тормозящим ее развитие. Оценить указанное взаимовлияние можно посредством анализа и синтеза существующей национальной правоприменительной практики и сложившейся на настоящий момент экономической ситуации. Как уже отмечалось, правовая система «фиксирует» сложившиеся экономические отношения, поэтому сложность взаимодействия экономической и правовой сфер состоит в том, что экономическая макросистема детерминирована объемом и характером прав субъектов экономической деятельности.

*Экономическое развитие страны определяет состояние социальной сферы в частности и общества в целом, а экономические закономерности опосредованы правовыми и социальными факторами, которые определяют конкретное поведение индивида в обществе.* Наибольшее сосредоточение трансформационных процессов в экономической и социальной макросистемах находится в структуре индивидуальных взаимоотношений и отношений собственности. Согласно «неолиберальной» экономической доктрине отношения собственности развиваются по индивидуальному частному пути. В рамках этого развития

экономический статус индивида связывают со статусом собственника средств производства. Однако стоит отметить, что существуют и иные пути обеспечения такого статуса, например, через укрепление правового положения населения и совершенствование соответствующих правовых институтов.

На современном этапе сформировалась необходимость наполнения реальным экономическим и социальным содержанием правовых институтов, гарантирующих качество жизни населения. Совершенствование необходимо и комплексу прав, определяющих гражданина как участника общественного производства, а именно должна быть осуществлена правовая диверсификация субъективного права на труд с учетом социально-экономических факторов. При неизбежной трансформации общества, например в связи с внедрением новых технологий в отраслях экономики и, как следствие, высвобождением работников из технологически устаревших отраслей, право должно служить синтезу экономической эффективности и социальной защищенности населения.

Необходимы также разработка и наращивание правовых средств адаптации населения к негативным эффектам функционирования экономической макросистемы, а формирование общегосударственных социальных программ не должно тормозить действие экономических стимулов к трудовой деятельности населения. Существующая система государственных гарантий должна быть экономически и социально наполненной и гибкой, т. е. покрывать все жизненные риски.

*Использование экономических и правовых механизмов при принятии стратегических решений, определяющих качество и структуру национальной социальной макросистемы, не может лишать население его социальных прав.*

На настоящий момент существующее правовое регулирование социальной сферы направлено на обеспечение разгосударствления ее отраслей путем дальнейшего развития приватизационных процессов, но уже в инфраструктуре социальной макросистемы, что приводит к расширению зоны бедности и формированию тезиса о социальной незащищенности населения. Тем самым нарушаются провозглашенные в Конституции доктринальные положения о том, что Россия – «социальное государство, политика которого направлена на создание условий, обеспечивающих

достойную жизнь и свободное развитие человека». Решения по вопросам социально-правовой защищенности населения принимаются механически, т. е. в процессе функционирования общества «расширяется сфера и плотность действия права вокруг индивида». Между тем правовая защищенность должна иметь социальный аспект с соответствующим экономическим наполнением, определенные закономерности и ограничения.

При развитии процессов нестационарности экономической макросистемы необходимо наращивать правовые средства защиты населения и укреплять статус личности в сфере социальных прав граждан с соответствующим экономическим их содержанием, но при этом социальная защищенность населения не должна становиться фактором необоснованного разрастания юридической инфраструктуры, тормозящей экономическое развитие страны. Формирующиеся на настоящее время отдельные общественные тенденции, с одной стороны, стимулируют растущую экономическую и социальную инфантильность отдельных групп населения, в том числе через «политику ручного управления» и формирование образа «идеального регулятора», с другой – приводят к росту социальной напряженности, т. е. дисфункциональности и нестационарности экономической и социальной макросистем.

Эти факты вызывают необходимость трансформирования существующих подходов к проблемам регулирования социально-экономических систем, которые смогут стать предпосылками для формирования механизма национальной правовой системы, ориентированной на интересы населения и в действительности реализующей идеи социального государства. Вероятно, для решения подобной задачи требуется принятие стратегических решений по формированию новой структуры национальной правовой системы, регуливающей экономическую и социальную макросистемы и обеспечивающей экономическую и социально-правовую защищенность населения: от пересмотра уже существующих норм, определяющих перечень и минимальный размер социальных гарантий, до формирования новой содержательной и многофункциональной организационной инфраструктуры всеобщего социального обеспечения.

Реализация подобной идеи невозможна без замены применяемой в настоящее время неолиберальной экономической доктрины, основанной на принципах

индивидуальной рациональности, на новый философско-нравственный концепт, например, Золотое правило нравственности, математическим выражением которого считают концепцию равновесия по Бержу.

В основе используемого в работе теоретико-игрового подхода лежит положение о том, что все участники экономических, правовых и социальных отношений склоняются к определенным равновесным ситуациям. Необходимо также отметить, что на современном этапе следствием антисоциальной политики пореформенной России является конфликт как явление, «относительно которого можно говорить о его участниках, об их действиях, об исходах явления, к которым эти действия приводят, о сторонах, так или иначе заинтересованных в этих исходах, и о сущности этой заинтересованности» [3].

Логической основой применяемого теоретико-игрового инструментария является формализация трех положений:

- особенности исследуемой проблемы (рассматриваемого конфликта);
- принятие соответствующих решений, направленных на разрешение конфликта;
- оптимальность некоторых из решений.

В данной статье ограничимся конфликтами, деятельность участников которых направлена на достижение индивидуальных целей каждой макросистемы. Этот подход оправдан отображением в модели реальных процессов.

Направление теории игр, исследующее подобные конфликты, относится к бескоалиционным играм и обладает рядом особенностей:

1) решения принимает не один индивид, а группа из нескольких лиц (физических или юридических), принимающих решения (далее – ЛПР) и образующих управляющую систему, – игроки. Являются ли они конкурентами? Да, так как находятся в условиях ограниченности ресурсов;

2) каждая из управляющих систем имеет свои определенные соответствующим образом стратегические цели, которые взаимосвязаны и влияют друг на друга;

3) каждая имеет собственные инструменты и механизмы для достижения цели.

Например, согласно ст. 13 Федерального конституционного закона № 2-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации» от 17.12.1997 (в ред. от

28.12.2016)<sup>2</sup> правительство как управляющая система «осуществляет регулирование в социально-экономической сфере; обеспечивает единство системы исполнительной власти в Российской Федерации, направляет и контролирует деятельность ее органов; формирует федеральные целевые программы и обеспечивает их реализацию; реализует предоставленное ему право законодательной инициативы».

В ст. 14 названного закона определяются полномочия в сфере экономики:

«Правительство Российской Федерации осуществляет в соответствии с Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами, нормативными указами Президента Российской Федерации регулирование экономических процессов; обеспечивает единство экономического пространства и свободу экономической деятельности, свободное перемещение товаров, услуг и финансовых средств; прогнозирует социально-экономическое развитие Российской Федерации, разрабатывает и осуществляет программы развития приоритетных отраслей экономики; вырабатывает государственную структурную и инвестиционную политику и принимает меры по ее реализации; осуществляет управление федеральной собственностью...»<sup>3</sup>

Наряду с вышеизложенными функциями правительства, входящие в его структуру министерства определяют в том числе деятельность региональных и муниципальных органов государственной власти соответствующих уровней, а общегосударственные цели отождествляются с соответствующими государственными программами, сформулированными и утвержденными в результате формальной процедуры. Таким образом, институционально сформированы управляющие сложные системы. Посредством правовой системы фиксируются цели, стратегии и определяются правила их поведения.

*Управляемые факторы для каждого игрока в теории игр отождествляются со стратегиями, а выбор конкретной стратегии и является решением бескоалиционной игры.*

Математическая модель бескоалиционной игры, как правило, состоит из следующих элементов:

<sup>2</sup> URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_17107/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17107/) (дата обращения: 12.05.2019).

<sup>3</sup> Там же.

множества игроков (в нашем случае управляющих систем); множества стратегий каждого из игроков; соответствующего *скалярного функционала для каждого игрока, определенного на множестве их стратегий, значение которого отражает меру достижения игроком своей цели*. В теории игр указанный функционал обычно называется *функцией выигрыша игрока*.

Как ранее было показано, экономическая, правовая и социальная макросистемы взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга. Во главе каждой из систем институционально определена управляющая система, принимающая на основе имеющейся информации решения и осуществляющая действия с учетом соответствующих целей. Так, в экономической, правовой и социальной макросистемах с позиций регулирования функциями управления наделены руководители соответствующих органов государственной власти.

Учитывая используемую в настоящее время экономическую доктрину («помогай себе сам» и «каждый сам за себя»), допустим, что они придерживаются бескоалиционного варианта игры и при этом вынуждены оставаться в русле общегосударственных задач, совместно формируемых управляющей системой более высокого уровня иерархии (например, правительством, в структуру которого они входят).

Каждому игроку поставим в соответствие порядковый номер: первый, второй, третий и множество игроков обозначим символом  $N = \{1, 2, 3\}$ ; множество  $N$  – конечно. Каждый игрок выбирает и использует собственную стратегию. Далее под стратегией будет пониматься правило, согласно которому *каждому состоянию информированности игрока ставится в соответствие то или иное действие (поведение)* из предполагаемых возможных действий в рамках имеющейся информации. Таким образом, действия  $i$ -го игрока в игре  $\Gamma_3$  состоят в выборе и использовании стратегии  $x_i$ , где  $X_i$  – множество его стратегий. Чтобы *определить качество функционирования каждого игрока, определяется его функция выигрыша, значение которой (выигрыш или исход) оценивает это качество*.

В научной литературе нет четкого определения *качества функционирования управляющей системы*; исходя из общей концепции качества управления, его можно определить как *степень, с которой совокупность характеристик результатов деятельности системы управления соответствует требованиям, установленным всеми заинтересованными в этой*

деятельности сторонами. Очевидно, к заинтересованным сторонам относится в первую очередь общество, а также управляемая система и иные управляющие и управляемые системы нижних уровней иерархии [4]. В вопросах качества функционирования управляющей системы ключевым показателем является эффективность управления, которую нельзя полностью отождествлять с качеством функционирования макросистемы, так как эффективность относится прежде всего к тому, чего хотят добиться, согласованности цели и результата. В реальности при «благих целях» получаются противоположные результаты, так как управляющая и управляемая системы сами по себе конфликтны.

Применяя терминологию теории игр: если игроки, реализуя свои стратегии, одновременно получают исходы в бескоалиционной игре, то рассматривается статическая игра, если же сама система меняется с течением времени и тем самым игроки получают возможность варьировать свои стратегии, то динамическая. Следующая часть статьи посвящена статическим играм.

## 2. Равновесие по Нэшу экономической, правовой и социальной макросистем

К настоящему времени в принятии решений общепринятым подходом является использование концепции равновесия по Нэшу [5–8]. Построим бескоалиционную игру трех лиц:

$$\Gamma_3 = \langle \{1, 2, 3\}, \{X_i\}_{i=1,2,3}, \{f_i(x)\}_{i=1,2,3} \rangle, \quad (2.1)$$

где под игроками понимаются органы управления (управляющие системы) трех взаимосвязанных макросистем: экономической, правовой и социальной.

Они выбирают свои стратегии  $x_i \in X_i \in R^{n_i}$ ,  $x_i \in X_i \subseteq R^{n_i}$  с целью повысить качество своего функционирования, т. е. свой выигрыш  $f_i(x)$  в сложившейся ситуации  $x = (x_1, x_2, x_3) \in X_1 \times X_2 \times X_3 = X \in R^3$ ,  $x = (x_1, x_2, x_3) \in X_1 \times X_2 \times X_3 = X \subseteq R^3$ .

Равновесие по Нэшу ( $x^e, f^e = (f_1(x^e), f_2(x^e), f_3(x^e)) \in X \in R^3$  для целей настоящей работы определяется тремя равенствами:

$$\begin{aligned} f_1(x^e) &= \max_{x_1 \in X_1} f_1(x_1, x_2^e, x_3^e), \\ f_2(x^e) &= \max_{x_2 \in X_2} f_2(x_1^e, x_2, x_3^e), \\ f_3(x^e) &= \max_{x_3 \in X_3} f_3(x_1^e, x_2^e, x_3). \end{aligned} \quad (2.2)$$

Как видно из (2.2), каждая управляющая система стремится к достижению собственных целей, при этом отдельно не стремится реализовать цели для других систем, т. е., например, реализация целей управляющей системы в экономическом блоке осуществляется за счет «интересов» социальной сферы с применением инструментов правовой.

Так, в настоящее время покрытие дефицитов бюджетов (функции экономической макросистемы) пенсионных фондов предполагается осуществить за счет населения (субъект социальной макросистемы) путем принятия нового законодательства в пенсионной сфере (использование механизмов правовой системы). Можно ли в этом примере обосновать равновесие по Нэшу? Да, так как большинство населения, начиная с 1969 года рождения, вынуждено будет принять новые размеры и правила начисления пенсий и другие мероприятия, связанные с повышением пенсионного возраста, понимая при этом, что, выбирая иную стратегию поведения, можно потерять возможность получения пенсии как таковой и в старшем возрасте остаться без государственной социальной поддержки. Выбирая путь альтернативного поведения – конфликта с управляющими системами экономической и правовой макросистем, индивид выйдет за рамки правового поля с соответствующими негативными последствиями для него. Подобный патерналистический подход способствует достижению ситуации равновесия по Нэшу для рассматриваемого примера. Иными словами, *может быть реализован такой набор стратегий в игре трех игроков, в котором ни один участник не сможет увеличить свой выигрыш, изменив свою стратегию, если другие участники своих стратегий не меняют.*

## 3. Равновесие по Бержу комплексной метасистемы

В 2016 г. вышла монография А. А. Гусейнова, В. И. Жуковского, К. Н. Кудрявцева «Математические основы Золотого правила нравственности: Теория нового альтруистического уравнивания конфликтов в противоположность “эгоистичному” равновесию по Нэшу» [1], в которой была построена и обоснована математическая модель Золотого правила нравственности, раскрывающая суть концепции равновесия по Бержу [9–11].

Было установлено существование равновесия по Бержу при обычных для теории игр ограничениях, т. е. при компактности множеств стратегий игроков



и непрерывности их функций выигрыша; предложен способ практического построения равновесий по Бержу; исследованы указанные равновесия при неопределенности и разработан ряд упрощенных приложений к моделям конкурентной экономики. При этом необходимо отметить, что авторский коллектив не увидел горизонтов дальнейших исследований в области построения системного равновесия.

Построим формальную математическую модель взаимодействия экономической, правовой и социальной макросистем на концепции равновесия по Бержу, которое раскрывает смысл Золотого правила нравственности и демонстрирует его механизм «Поступай по отношению к другим людям так же, как ты хочешь, чтобы они поступали по отношению к тебе». Равновесие по Бержу  $(x^B, f^B = (f_1(x^B), f_2(x^B), f_3(x^B))) \in X \in R^3$  определяется тройкой равенств:

$$\begin{aligned} f_1(x^B) &= \max_{(x_2, x_3) \in X_2 \times X_3} f_1(x_1^B, x_2, x_3^e), \\ f_2(x^B) &= \max_{(x_1, x_3) \in X_1 \times X_3} f_2(x_1, x_2^B, x_3), \\ f_3(x^B) &= \max_{(x_1, x_2) \in X_1 \times X_2} f_3(x_1, x_2, x_3^B). \end{aligned} \quad (3.1)$$

В отличие от (2.2) в системе равенств (3.1) каждый игрок (управляющая система) стремится к увеличению функций выигрыша двух других, т. е. к повышению качества их функционирования. Подобное стремление игроков базируется на фундаменте нравственных принципов (по причине того, что используется идея Золотого правила нравственности) и обозначает желаемую для большинства членов общества на настоящий момент ситуацию равновесия, когда экономическая система функционирует только в правовом поле и направлена на «удовлетворение интересов» социальной системы. В то же время деятельность социальной системы, обеспеченная нормами права, стимулирует развитие экономической, а правовая система не является, в свою очередь, институциональным барьером для прогресса экономической и социальной систем. Стимулом экономического развития в этом случае является улучшение качества и состояния социальной сферы с позиций повышения качества жизни населения, при отсутствии законодательных лагун и «зарегулированности» в деятельности экономических агентов. В этом заключается принцип сбалансированности трех рассматриваемых макросистем сквозь призму идеи социального государства.

В примере, связанном с обсуждаемой сегодня пенсионной реформой, можно было бы предложить другие цели и способы их реализации, основанные на категориях нравственности. Например, с целью роста благосостояния в том числе лиц старших возрастов необходимо легализовать получение государственной ренты с крупнейших олигополистических промышленных структур в федеральный бюджет на законодательном уровне. Возникает вопрос: соотносятся ли подобные мероприятия с Золотым правилом нравственности? Ответ положительный, так как в экономической макросистеме предполагается не изъятие чего-либо, а перераспределение сверхдоходов от экономической деятельности. Подобные меры способствовали бы улучшению качества функционирования экономической макросистемы через дополнительное наполнение налоговой сферы и путем перераспределения снизили бы уровень дефицита государственного пенсионного фонда. Также улучшилось бы качество функционирования социальной макросистемы в части роста благосостояния групп населения, имеющих статус работающих и неработающих пенсионеров.

Ситуации равновесия по Бержу не присуще свойство индивидуальной рациональности, и выигрыши игроков в некоторых ситуациях «больше», чем в ситуации равновесия по Нэшу [1].

#### 4. Балансовое равновесие по Бержу комплексной метасистемы

В основе формализуемой в статье экономико-математической модели находятся концепции равновесия по Нэшу и по Бержу. Далее приведем необходимые дополнительные сведения.

В указанной ранее работе [1] найдена гермееровская свертка функций выигрыша игроков, строящаяся по исходной игре, и доказано, что минимаксная стратегия в седловой точке является ситуацией равновесия по Бержу в исходной игре. На этом же приеме построена и теорема существования равновесия по Бержу, в которой учитывается внутренняя неустойчивость рассматриваемого равновесия (например, могут существовать несколько равновесных по Бержу ситуаций, в которых выигрыши всех игроков в одной строго больше, чем в другой). По этой причине добавлено требование максимальности по Парето и существование в смешанных (вероятностных) стратегиях равновесия Бержа – Парето. Далее на основе авторских раз-

работок 2003 г. [12] через определение минимальных по Слейтеру гарантий для каждой ситуации путем перехода к «игре гарантий» и модификации принципа Вальда (максимина) определено гарантированное по Слейтеру равновесие по Бержу – балансовое равновесие и доказанные теоремы существования.

В ранее опубликованной авторской работе [12] на основе принципов седловой точки Вальда [13–18], а также дополнительных сведений из теории исследования операций и теории многокритериальных задач строится равновесие по Нэшу для игры  $n$  лиц, определяется равновесная по Нэшу ситуация и доказывается ее существование как в чистых (с учетом стратегических неопределенностей), так и в смешанных стратегиях (при неопределенности, под которой понимается информационная дискриминация). Далее используется определение равновесной ситуации по Бержу и доказанный факт ее существования, а также определение равновесной по Бержу – Парето ситуации [1, с. 120–129] в чистых и смешанных стратегиях, на основе вышеуказанных понятий и формализованных автором ситуаций равновесия Нэша – Слейтера гарантированных решений и минимальных неопределенностей по Слейтеру, существование которых доказано [12, с. 205–209], строится гарантированное по Слейтеру балансовое равновесие по Бержу как аналог седловой точки.

#### 4.1. Ситуация равновесия по Бержу в бескоалиционной игре $N$ лиц

С целью проведения дальнейших исследований приведем дополнительные сведения из теории исследования операций. Доказано утверждение [19, с. 160]. Предположим, что:

- 1) скалярная функция  $F(x, y)$  непрерывна на произведении компактов  $X \subset R^n$ ,  $Y \subset R^m$  и  $Y$  – выпукло;
- 2) функция  $F(x, y)$  при каждом  $x \in X$  строго выпукла по  $y$  на  $Y$ , т. е. для каждого  $x \in X$  при  $\forall y^{(1)}, y^{(2)} \in Y$   $F(x, \alpha y^{(1)} + (1-\alpha)y^{(2)}) < \alpha F(x, y^{(1)}) + (1-\alpha)F(x, y^{(2)})$  при  $\forall \alpha = const \in (0, 1)$ .

Тогда будет непрерывна  $m$ -вектор-функция  $y(\cdot) : X \rightarrow Y$ , определяемая равенством:

$$\min_{y \in Y} F(x, y) = F(x, y(x)), \forall x \in X \quad (4.1)$$

Далее будем использовать определение оптимальной по Слейтеру и по Парето неопределенности [12, с. 92, 95] и следующие дополнительные сведения из

теории многокритериальных задач: для двух векторов  $f^{(j)} = (f_1^j, \dots, f_N^j), (j = 1, 2)$

$$\begin{aligned} [f^{(1)} = f^{(2)}] &\Leftrightarrow [f_i^{(1)} = f_i^{(2)} (i \in N)]; \\ [f^{(1)} \neq f^{(2)}] &\Leftrightarrow \neg (f^{(1)} = f^{(2)}); \\ [f^{(1)} \geq f^{(2)}] &\Leftrightarrow [f_i^{(1)} \geq f_i^{(2)} (i \in N)]; \\ [f^{(1)} \not\geq f^{(2)}] &\Leftrightarrow (f^{(1)} \geq f^{(2)}) \wedge (f^{(1)} \neq f^{(2)}); \\ [f^{(1)} \not\leq f^{(2)}] &\Leftrightarrow \neg (f^{(1)} \leq f^{(2)}); \\ [f^{(1)} > f^{(2)}] &\Leftrightarrow [f_i^{(1)} > f_i^{(2)} (i \in N)]; \\ [f^{(1)} \not> f^{(2)}] &\Leftrightarrow \neg (f^{(1)} > f^{(2)}). \end{aligned} \quad (4.2)$$

Далее  $n$ -вектор  $x \in X$  опять назовем ситуацией,  $m$ -вектор  $y \in Y$  – неопределенным фактором,  $y(\cdot) \in Y^X$  – контрситуацией, где  $Y^X$  – множество всех  $m$ -вектор-функций  $y(x)$ , заданных на множестве  $X$  со значениями в  $Y$ . Для целей исследования ограничимся контрситуациями  $y(\cdot) : Y \rightarrow X$ , непрерывными на  $X$ .

**Определение 4.1.** Для  $N$ -критериальной задачи  $\Gamma = \langle Y, f(x, y) \rangle$  при фиксированной ситуации  $x^* \in X$  неопределенность  $y_S \in Y$  минимальна по Слейтеру в задаче  $\Gamma$ , если  $f(x^*, y) \not\leq f(x^*, y_S)$  для  $\forall y \in Y$  и неопределенность  $y_P \in Y$  минимальна по Парето в многокритериальной задаче  $\Gamma$ , если  $f(x^*, y) \not\leq f(x^*, y_P)$  для  $\forall y \in Y$ .

Для  $N$ -критериальной задачи  $\Gamma(x) = \langle Y^X, f(x, y) \rangle \forall x \in X$ , определенной для каждого  $x \in X$ , контрситуация  $y_S(x) \in Y^X$  минимальна по Слейтеру, если для каждого  $x \in X$   $f(x, y) \not\leq f(x, y_S(x))$ , а  $y_P(x) \in Y^X$  минимальна по Парето, если при каждом  $x \in X$   $f(x, y) \not\leq f(x, y_P(x)), \forall y \in Y$ .

Далее приведем утверждение 4.1:

1) если в многокритериальной задаче  $\Gamma(x^*) = \langle Y, f(x^*, y) \rangle$  множество  $Y$  компактно, а  $f(x^*, y)$  непрерывна на  $Y$ , то множество  $Y_S$  минимальных по Слейтеру неопределенностей  $y_S$  [20, с. 152] будет непустым компактом;

2) неопределенность  $y_S \in Y$ , полученная из равенства:

$$\min_{y \in Y} \sum_{i \in N} \alpha_i f_i(x^*, y) = \sum_{i \in N} \alpha_i f_i(x^*, y_S) \quad (4.3)$$

при  $\forall \alpha_i = const \geq 0$  и  $\sum_{i \in N} \alpha_i > 0, i \in N$  будет [19, с. 68–69] минимальной по Слейтеру для  $\Gamma(x^*)$ ;

3) неопределенность  $y_p \in Y$ , найденная из:

$$\min_{y \in Y} \sum_{i \in N} \alpha_i f_i(x^*, y) = \sum_{i \in N} \alpha_i f_i(x^*, y_p), \quad (4.4)$$

при  $\forall \alpha_i = \text{const} > 0 \ i \in N$  будет [20, с. 71] минимальна по Парето для  $\Gamma(x^*)$ ;

4) из (4.3) следует, что множество минимальных по Слейтеру неопределенностей  $Y_S \supseteq Y_p$  множество минимальных по Парето неопределенностей  $y_p$  для  $\Gamma(x^*) = \langle Y, f(x^*, y) \rangle$ .

#### 4.2. Ситуация равновесия по Нэшу в бескоалиционной игре $N$ лиц

Далее рассматривается *бескоалиционная игра  $N$  лиц*:

$$\langle N, \{X_i\}_{i \in N}, Y, \{f_i(x, y)\}_{i \in N} \rangle, \quad (4.5)$$

где  $N = \{1, \dots, N\}$  – множество порядковых номеров игроков;

$X_i \subseteq R^{n_i}$  – множество стратегий  $x_i$  у  $i$ -го игрока;

$Y \subseteq R^{m_i}$  – множество стратегических неопределенностей  $y$ .

В игре (4.1) игроки, не объединяясь в коалиции, одновременно самостоятельно выбирают свои стратегии  $x_i$ , в результате чего складывается ситуация  $x = (x_1, \dots, x_N) \in \prod_{i \in N} X_i$ . Независимо от выбора игроков в игре (4.5) реализуется неопределенность  $y \in Y$ . На парах  $(x, y) \in X \times Y$  для каждого  $i$ -го игрока определена функция выигрыша  $f_i(x, y)$ , где  $i \in N$ . На содержательном уровне задачей каждого  $i$ -го игрока является выбор такой стратегии  $x_i \in X_i$ , которая позволяла бы добиться возможно большего выигрыша – значений  $f_i(x, y)$ . При этом каждый из игроков должен учитывать реализацию любой заранее непредсказуемой неопределенности  $y \in Y$ .

Для дальнейшего проведения исследования определяется равновесная по Нэшу ситуация  $x^e = (x_1^e, \dots, x_N^e) \in X$  [12, с. 194] и рассматриваются *позитивные и негативные свойства равновесия по Нэшу*: показывается, что ситуация равновесия  $x^e = (x_1^e, \dots, x_N^e) \in X$  *бескоалиционной игры (4.5) устойчива к отклонению от нее любого игрока и что ей присуще свойство индивидуальной рациональности* [12, с. 195], и доказывается ряд теорем существования в чистых и смешанных стратегиях [12, с. 196–205]. Устанавливается следующий факт: множество ситуаций равновесия по Нэшу *внутренне неустойчиво, сама ситуация – улучшаема; ситуации равновесия, в отличие от седловой точки, не взаимозаменяемы и не эквивалентны*

Далее определяется равновесная по Бержу – Парето ситуация  $x^* \in X$  (4.5): если ситуация  $x^* \in X$  равновесна по Бержу в игре (4.5), т. е.

$$\max_{x \in X} f_i(x \| x_i^B) = f_i(x^B) \quad (i \in N),$$

и  $x^* \in X$  максимальна по Парето в  $N$ -критериальной задаче

$$\langle X^B, \{f_i(x)\}_{i \in N} \rangle,$$

т. е. несовместна система неравенств  $f_i(x) \geq f_i(x^*)$ , ( $i \in N$ ), из которых, по крайней мере, одно строгое [1, с. 121].

#### 4.3. Модель гарантированного по Слейтеру балансового равновесия по Бержу комплексной метасистемы

Используя дополнительные и вспомогательные сведения из 4.1, а также понятие гарантированного решения [12, с. 162], доказанный факт его существования [12, с. 165], приведем определение балансового равновесия по Бержу.

**Определение 4.3.** Пара  $(\tilde{x}^B, \tilde{f}^S) \in X \times R^N$  называется *гарантированным по Слейтеру балансовым равновесием по Бержу* [1, с. 123] игры (4.5), если существует неопределенность  $y_S \in Y$  такая, что:

1) ситуация  $x^B$  равновесна по Бержу в игре:

$$\langle N, \{X_i\}_{i \in N}, \{f_i(x, y_S)\}_{i \in N} \rangle, \quad (4.6)$$

получаемой из (4.5) при  $y = y_S$ , т. е. по определению 4.2:

[12, с. 196]. Также определяется равновесность Нэша – Слейтера [12, с. 206] и рассматриваются ее свойства. Используя приведенные выше дополнительные вспомогательные сведения, рассмотрим равновесие по Бержу.

**Определение 4.2.** Ситуация  $x^B = (x_1^B, \dots, x_N^B) \in X$  называется *равновесной по Бержу* [1, с. 120] в игре (4.5), если  $\max_{x \in X} f_i(x \| x_i^B) = f_i(x^B) \ i \in N$ , где  $(x \| x_i^B) = (x_1, \dots, x_{i-1}, x_i^B, x_{i+1}, \dots, x_N)$ .

Из теоремы существования ситуации равновесия по Нэшу [12, с. 200] и того факта, что ситуация равновесия по Бержу в бескоалиционной игре (4.5) при  $N = \{1, 2\}$  совпадает с ситуацией равновесия по Нэшу, если оба игрока взаимно обмениваются своими функциями выигрыша и далее будут применять при построении решения игры концепцию равновесия по Нэшу [1, с. 70], следует утверждение о существовании равновесия по Бержу в игре (4.5) при  $N = \{1, 2\}$ .

Далее определяется *равновесная по Бержу – Парето ситуация  $x^* \in X$*  (4.5):

если ситуация  $x^* \in X$  равновесна по Бержу в игре (4.5), т. е.

$$\max_{x \in X} f_i(x \| x_i^B, y_S) = f_i(x^B, y_S) \quad (i \in N); \quad (4.7)$$

2) неопределенность  $y_S$  минимальна по Слейтеру в  $N$ -критериальной задаче:

$$\langle Y, \{f_i(x^B, y)\}_{i \in N} \rangle, \quad (4.8)$$

получаемой из (4.5) при  $x = x_B$ , т. е. по определению 4.1:

$$f(x^B, y) \not\prec f(x^B, y_S) \quad \forall y \in Y; \quad (4.9)$$

3) пара  $(\tilde{x}^B, \tilde{f}^S)$  максимальна по Слейтеру в  $N$ -критериальной задаче:

$$\langle \{x^B, y_S\}, \{f_i(x, y)\}_{i \in N} \rangle, \quad (4.10)$$

где каждый элемент  $(x^B, y_S)$  множества  $\{x^B, y_S\}$  одновременно удовлетворяет (4.7) и (4.9), т. е. вектор:

$$\tilde{f}^S = f(\tilde{x}^B, \tilde{y}_S) \not\prec f(x, y) \quad \forall (x, y) \in \{x^B, y_S\}. \quad (4.11)$$

При этом ситуация равновесия по Бержу  $x^B$  называется гарантирующей по Слейтеру в игре (4.5), а  $\tilde{f}^S$  – гарантированным векторным выигрышем, векторной гарантией, гарантированным решением [12].

Достоинствами указанного решения бескоалиционной игры при неопределенности являются следующие:

1. Игроки, используя свои стратегии из ситуации  $\tilde{x}^B$ , обеспечивают себе векторную гарантию  $\tilde{f}^S$ , так как, согласно (4.9), при  $x^B = \tilde{x}^B$  компоненты вектора  $f_i(\tilde{x}^B, y)$  ( $i \in N$ ) не могут стать одновременно меньше, чем соответствующие компоненты  $f_i(\tilde{x}^B, \tilde{y}_S)$ , при этом указанная гарантия, согласно (4.11), максимальна по Слейтеру (наибольшая) среди всех остальных гарантий  $f(x^B, y_S)$ , достигаемых на любых парах  $(x^B, y_S)$  и удовлетворяющих требованиям 1 и 2 определения (4.3).

2. Рассматриваемое равновесие  $(\tilde{x}^B, \tilde{f}^S)$  определено «на возможно большее противодействие неопределенности», т. е. базируется на принципе гарантированного результата [12, с. 117–120], что объясняет термин «гарантированный» в его названии.

3. Это понятие «достаточно полно», так как содержит частные случаи, основные понятия теории игр и теории многокритериальных задач, при этом необходимо отметить возможность использования оптимумов по Парето, Борвейну, Джоффриону,  $A$ -оптимальность [12, с. 95–102]. Связь между подобными решениями показана в ранее опубликованной авторской работе [12, с. 104].

4. Понятие гарантированного по Слейтеру равновесия адекватно для практического построения и доказательства факта существования [1, с. 76–77].

Центральным результатом настоящего исследования является построение балансового равновесия трех макросистем: экономической, правовой и социальной. С этой целью рассмотрим в качестве игрока управляющую структуру экономической системы, описанной в части 1 статьи, которая может являться источником дисфункциональных процессов и неопределенностей в комплексной макросистеме, что и было указано ранее, и множеством его стратегий  $y \in Y$  и функцией выигрыша:

$$\Psi_{econ}(y, x) = -\sum_{i \in N} \alpha_i f_i(y, x)$$

для  $\alpha_i = \text{const} \geq 0$  ( $i \in N$ )  $\wedge \sum_{i \in N} \alpha_i > 0$ , и обозначим еще двух игроков – управляющую структуру социальной и правовой макросистем с функциями выигрыша соответственно:

$$\Psi_{soc}(y, z, x) = \max \{f_i(y, z_i \| x) - f_i(y, z) \quad (i \in N),$$

$$\sum_{j \in N} f_j(y, x) - \sum_{j \in N} f_j(y, z)\}$$

$$\text{и } \Psi_{leg}(y, z, x) = -\Psi_{soc}(y, z, x) = \Psi(y, z, x).$$

Таким образом, первый игрок – это управляющая структура экономической системы  $Econ.$  с его функцией выигрыша  $\Psi_{econ}(y, x)$ , второй – правовая  $Leg.$  с функцией выигрыша  $\Psi_{leg}(y, z, x)$  и третий – социальная система  $Soc.$  с функцией выигрыша  $\Psi_{soc}(y, z, x)$ .

При этом пусть стратегиями управляющей системы  $Soc.$  являются ситуации  $x \in X$  игры (4.5), стратегиями  $Leg.$  пусть будут  $z \in Z = X$ , т. е. также ситуации игры (4.5), а поскольку экономическая система, как это было показано ранее, определяет специфику построения национальных правовой и социальной макросистем и при этом является источником трансформационных процессов, стратегией игрока  $Econ.$  можно считать  $y \in Y$ .

Рассмотрим вспомогательную игру трех лиц:

$$\langle \{Econ., Leg., Soc.\}, \{Y, Z, X\}, \{\Psi_i(y, z, x)\}_{i=1,2,3} \rangle. \quad (4.12)$$

Ситуация равновесия по Нэшу игры (4.12) определяется следующими тремя равенствами:

$$\max_{y \in Y} \Psi_{Econ.}(y, z^e, x^e) = \Psi_{Econ.}(y^e, z^e, x^e),$$

$$\max_{z \in Z = X} \Psi_{Leg.}(y^e, z, x^e) = \Psi_{Leg.}(y^e, z^e, x^e),$$

$$\max_{x \in X} \Psi_{Soc.}(y^e, z^e, x) = \Psi_{Soc.}(y^e, z^e, x^e). \quad (4.13)$$

С учетом вида функций  $\Psi_i(y, z, x)$  ( $i = 1, 2, 3$ ) первого равенства получаем  $y^e = y_S$ , и пара  $(z^e, x^e)$  образует седловую точку антагонистической игры [1, с. 125]:

$$\langle \Psi(y_S, z, x) = \Psi_{\text{soc.}} = (y_S, z, x), Z = X, X \rangle.$$

Из вышеуказанного факта и доказанной теоремы о том, что если в антагонистической игре существует седловая точка, то минимальная стратегия является равновесной по Бержу – Парето ситуацией [1, с. 76] в бескоалиционной игре (4.5), следует, что если в игре (4.12) существует равновесная по Нэшу ситуация, то  $(z^e, f^S = f(y^e, z^e, x^e))$  и будет гарантированным по Слейтеру балансовым равновесием по Бержу при необязательном требовании (4.10) определения (4.3).

Негативным свойством рассматриваемого балансового равновесия является то, что согласно требованию 1 определения (4.3) ситуация  $\tilde{x}^B \in X$  будет равновесной по Бержу, если:

$$\max_{x \in X} f_i(\tilde{x} \| x_i^B, y_S) = f_i(\tilde{x}^B, y_S), \quad (4.14)$$

где неопределенность «зафиксирована», при этом в постановке задачи утверждается, что неопределенность  $y$  может принимать любые значения из  $Y$ . В этом случае возможность реализации среди них конкретной  $y_S$  минимальная, при этом равенства (4.14) совсем не обязательно выполнены для других  $y \neq y_S$ . Далее, если в игре (4.5) осуществляется  $y \in Y, y \neq y_S$ , то, по сути, смысл равновесности по Бержу теряется, а ситуация  $x^B$  «предоставляет» векторную гарантию  $\tilde{f}^S = f(\tilde{x}^B, \tilde{y}_S)$  только в случае, если все игроки придерживаются своих стратегий из ситуации  $x^B$ , не отклоняясь от нее ни при каких ситуациях.

Снять указанное негативное свойство позволяет использование в качестве решения бескоалиционной игры при неопределенности гарантированного равновесия по Бержу, определение и существование которого доказано [1, с. 139–158].

### Выводы

Теория игр представляет собой математический аппарат для анализа и разработки стратегий и принятия оптимальных решений в условиях неопределенности. Применение теоретико-игрового инструментария

к социально-экономическим проблемам общества позволяет решать сложные стратегические задачи, в частности проблему сбалансированности трех значимых с точки зрения общества макросистем: экономической, правовой и социальной. Предлагаемая в статье новая концепция балансового равновесия экономической, правовой и социальной макросистем, основанная на модели гарантированного по Слейтеру балансового равновесия по Бержу, заключается в построении и обосновании указанного равновесия. Равновесная модель создана с учетом воздействия факторов неопределенности, в частности, учтен тот факт, что современной экономической системе внутренне присущи: неопределенность, противоречивость, многокритериальность и неполнота информации. Таким образом, в работе предложен новый подход к принятию стратегических решений, направленный на решение интегральной проблемы сбалансированности трех указанных макросистем путем построения и обоснования модели гарантированного по Слейтеру балансового равновесия по Бержу, что, в свою очередь, будет способствовать решению проблемы бедности населения.

Предлагаемое в противовес неолиберальной экономической доктрине и в дополнение к широко используемому при экономико-математическом моделировании равновесию по Нэшу, которое основано на принципе индивидуальной рациональности, равновесие по Бержу предлагает способ построения балансового равновесия, базирующийся на философско-нравственных принципах. При этом в статье также рассмотрены позитивные и негативные свойства рассматриваемого равновесия, среди которых указано свойство внутренней неустойчивости, присущее рассматриваемым системным равновесиям. Для целей настоящего исследования указанное свойство, безусловно, важно, но не является критическим, так как служит драйвером перехода от одной ступени функционирования систем к другой.

### Список литературы

1. Гусейнов А. А., Жуковский В. И., Кудрявцев К. Н. Математические основы Золотого правила нравственности: Теория нового альтруистического уравнивания конфликтов в противоположность «эгоистичному» равновесию по Нэшу. М.: Ленанд, 2016. 280 с.
2. Аристов Е. В. Правовая парадигма социального государства. М.: Юнити-Дана, 2016. 367 с.
3. Лефевр В. А. Конфликтующие структуры. Рефлексия. Гл. VII «Объекты как системы». М.: Когито-центр, 2003. С. 95–107.
4. Иванова М. В. Основы государственного и муниципального управления. СПб.: СПб ГЭУ, 2015. С. 83–85.

5. Nash J. F. Equilibrium Points in N-Person Games // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1950. № 36. Pp. 48–49.
6. Nash J. F. Non-Cooperative Games // Ann. of Math. 1951. № 54. Pp. 286–295.
7. Nash J. F. The Bargaining Problem // Econometrica. 1950. № 18. Pp. 155–162.
8. Nash J. F. Two Person Cooperative Games // Econometrica. 1953. № 21. Pp. 128–140.
9. Берж К. Общая теория игр нескольких лиц / пер. с фр. И. В. Соловьева; под ред. В. Ф. Колчина. М.: Физматгиз, 1961. 126 с.
10. Berge C. Sur une Convexite Reguliere et ses Applications a la Theorie des Jeux // Bull. Soc. Math. France. 1954. Vol. 81. Pp. 301–315.
11. Bertrand J. Theorie Mathematique de la Richesse Sociale // Journal des Savants. 1883. Vol. 67. Pp. 499–508.
12. Жуковский В. И., Жуковская Л. В. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности. М.: URSS: ЛКИ, 2003. 270 с.
13. Вальд А. Последовательный анализ / пер. с англ. П. А. Бакута. М.: Физматгиз, 1960. 328 с.
14. Wald A. Generalization of a Theorem by von Neumann Concerning Zero-Sum Two-Person Games // Ann. of Math. 1945. № 46. Pp. 281–286.
15. Wald A. Statistical Decision Functions // Ann. Math. Statist. 1949. Vol. 20. № 2. Pp. 165–205.
16. Wald A. Statistical Decision Functions. N. Y.: John Wiley & Sons, 1950. 190 p.
17. Wald A. Statistical Decision Functions which Minimize the Maximum Risk // Ann. of Math. 1945. № 46. Pp. 265–280.
18. Yeung D. W. K., Petrosyan L. A. Subgame Consistent Economic Optimization. N. Y.: Springer Science, 2012. 412 p.
19. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002. 842 с.
20. Подиновский В. В., Ногин В. Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1992. 256 с.

#### References

1. Huseynov A. A., Zhukovskiy V. I., Kudryavtsev K. N. *Mathematical bases of the Golden rule of morality: The theory of new altruistic balance of conflicts in contrast to the "selfish" equilibrium according to Nash*, Moscow, Lenand, 2016, 280 p. (in Russ.).
2. Aristov E. V. *Legal paradigm of the social state*, Moscow, Unity Dana, 2016, 367 p. (in Russ.).
3. Lefevre V. A. *Conflict structures. Reflexion*, Chapter VII. Objects as Systems, Moscow, Kogito-Center, 2003, pp. 95–107 (in Russ.).
4. Ivanova M. V. *Basics of state and municipal government*, Saint Petersburg, St. Petersburg Economic University, 2015, pp. 83–85 (in Russ.).
5. Nash J. F. Equilibrium Points in N-Person Games, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, USA, 1950, No. 36, pp. 48–49.
6. Nash J. F. Non-Cooperative Games, *Ann. of Math*, 1951, No. 54, pp. 286–295.
7. Nash J. F. The Bargaining Problem, *Econometrica*, 1950, No. 18, pp. 155–162.
8. Nash J. F. Two Person Cooperative Games, *Econometrica*, 1953, No. 21, pp. 128–140.
9. Berge K. *General theory of games of several persons*, Moscow, Fizmatgiz, 1961, 126 p. (in Russ.).
10. Berge C. Sur une Convexite Reguliere et ses Applications a la Theorie des Jeux, *Bull. Soc. Math. France*, 1954, Vol. 81, pp. 301–315.
11. Bertrand J. Theorie Mathematique de la Richesse Sociale, *Journal des Savants*, 1883, Vol. 67, pp. 499–508.
12. Zhukovskiy V. I., Zhukovskaya L. V. *Risk in multi-criteria and conflict systems under uncertainty*, Moscow, USS, LKI, 2003, 270 p. (in Russ.).
13. Wald A. *Consecutive analysis*, Moscow, Fizmatgiz, 1960, 328 p. (in Russ.).
14. Wald A. Generalization of a Theorem by von Neumann Concerning Zero-Sum Two-Person Games, *Ann. of Math*, 1945, No. 46, pp. 281–286.
15. Wald A. Statistical Decision Functions, *Ann. Math. Statist*, 1949, Vol. 20, No. 2, pp. 165–205.
16. Wald A. *Statistical Decision Functions*, N. Y., John Wiley & Sons, 1950, 190 p.
17. Wald A. Statistical Decision Functions which Minimize the Maximum Risk, *Ann. of Math*, 1945, No. 46, pp. 265–280.
18. Yeung D. W. K., Petrosyan L. A. *Subgame Consistent Economic Optimization*, N. Y., Springer Science, 2012, 412 p.
19. Vasiliev F. P. *Optimization methods*, Moscow, Factorial Press, 2002, 842 p. (in Russ.).
20. Podinovsky B. V., Nogin V. *Pareto-optimal solutions of multi-criteria problems*, Moscow, Nauka, 1992, 256 p. (in Russ.).

Дата поступления / Received 21.05.2019

Дата принятия в печать / Accepted 29.07.2019

Дата онлайн-размещения / Available online 25.09.2019

© Жуковская Л. В., 2019  
© Zhukovskaya L. V., 2019